

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

{1} - {3}

(11)Publication number : 08-062498

(43)Date of publication of application : 08.03.1996

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

(21)Application number : 06-218181

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 19.08.1994

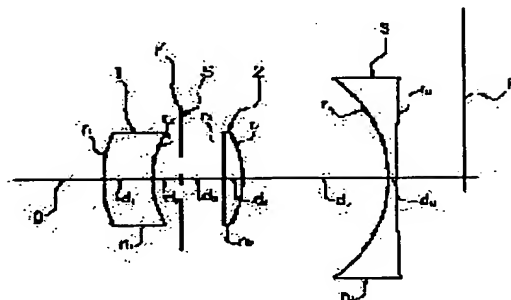
(72)Inventor : KOIZUMI HIROSHI

## (54) TWO GROUP ZOOM OPTICAL SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a two group zoom optical system having a zoom lens (focal distance of 40 to 60mm) with aberrations being corrected, and FNO. in a range of about 6 to 9, irrespective of an arrangement of two group and three lenses.

CONSTITUTION: A two group optical system uses a diffractive index distribution type lens of an axial type in which the refractive index varies in the axial direction as any one of two unit lenses constituting a front lens group, and an uniform medium type spherical lens made of medium having a uniform refraction index is used for either of the remaining two unit lenses including a rear lens group 3. In one arrangement, the front lens group is composed of a first negative lens 1 and a second positive lens 2, a refractive index distribution type lens being used for the first lens 1 so as to enhance the freedom of aberration correction design during correction of spherical aberration, astigmatism and distortion aberration, achromatism and the like, in comparison with the case in which only a uniform medium type lens is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P) (12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号  
特開平8-62498  
(43)公開日 平成8年(1996)3月8日

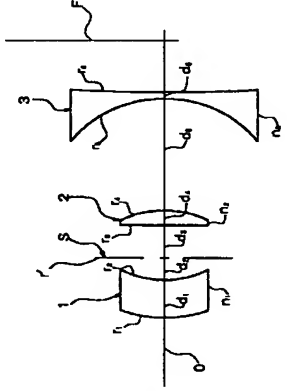
(5)Int.Cl. <sup>4</sup> G 0 2 B 15/16		識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
(21)出願番号		特願平6-218181	審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 13 頁)		
(22)出願日		平成 6 年(1994) 8 月19 日			
(71)出願人		000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号			
(72)発明者		小泉 博 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内	(74)代理人 井理士 真田 修治		

(54)【発明の名称】 2群ズーム光学系

(61)【要約】

【目的】 2群3枚の構成にも拘らず、諸収差が良好に補正されたズーム比(焦点距離4.0mm~6.0mm)、F<sub>no</sub>が約6~9クラスの2群ズーム光学系を提供する。

【構成】 この2群ズーム光学系は、2枚の単位レンズから成る前群レンズ群のいずれかに、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズを用い、後群レンズ群3を含む残る2枚の単位レンズにいずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型球面レンズを用いる。1つの構成例は、前群レンズ群を負の第1レンズ1と正の第2レンズ2から構成し、第1レンズ1に屈折率分布型レンズを用いて、球面収差・非点収差・歪曲収差・色収差等の補正時における収差補正設計の自由度を増すようにした場合よりも増すようにした。



【特許請求の範囲】

- 【請求項1】 物体側に配置された負の屈折力を持つ第1レンズと較りて挟んでその後方に配置された正の屈折力を持つ第2レンズとにより正の屈折力を有する前群レンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔を隔ててこの前群レンズ群の後方に配置され且つ負の屈折力を持つ第3レンズとにより後群レンズ群を構成し、しかも、前記前群レンズ群と前記後群レンズ群との可変軸上間隔を狭めながら前記前群レンズ群を同期的に物体側に移動させることにより、短焦点距離側から長焦点距離側にズームミニングを行う2群3枚構成の2群ズーム光学系であって、前記第1レンズが、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズとして構成され、前記第2レンズおよび第3レンズが、いずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズとして構成されていることを特徴とする2群ズーム光学系。
- 【請求項2】 前記第1レンズが、その物体側面が物体側に凸面を向けたメネスカスレンズとして形成されていることを特徴とする請求項1に記載された2群ズーム光学系。
- 【請求項3】 前記第1レンズは、その物体側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn<sub>gob</sub>およびn<sub>gob</sub>とし、また、像側面と前記光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn<sub>dis</sub>およびn<sub>dis</sub>とし、さらに、 $\Delta v_{gd} = \frac{n_{dis} - n_{gob}}{n_{dis} - n_{gob}}$ を、と定義したとき、前記第1レンズに於いて
- $$0.7 < \Delta v_{gd} < 0.85$$
- の式を満たすような屈折率分布を有するように構成したことを特徴とする請求項1または2に記載された2群ズーム光学系。
- 【請求項4】 物体側に配置された正の屈折力を持つ第1レンズと較りて挟んでその後方に配置された正の屈折力を持つ第2レンズとにより正の屈折力を有する前群レンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔を隔ててこの前群レンズ群の後方に配置され且つ負の屈折力を持つ第3レンズとにより後群レンズ群を構成し、しかも、前記前群レンズ群と前記後群レンズ群との可変軸上間隔を狭めながら前記前群レンズ群を同期的に物体側に移動させることにより、短焦点距離側から長焦点距離側にズームミニングを行う2群3枚構成の2群ズーム光学系であって、前記第2レンズが、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズとして構成され、前記第1レンズおよび第3レンズが、いずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズとして構成されていることを特徴とする2群ズーム光学系。
- 【請求項5】 前記第1レンズがその物体側面が物体側に凸面を向けたメネスカスレンズとして形成され、且

つ、前記第2レンズがその像側面が像側に凸面を向けたメネスカスレンズとして形成されていることを特徴とする請求項4に記載された2群ズーム光学系。

【請求項6】 前記第2レンズは、その物体側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn<sub>gob</sub>およびn<sub>gob</sub>とし、また、像側面と前記光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn<sub>dis</sub>およびn<sub>dis</sub>とし、さらに、 $\Delta v_{gd} = \frac{n_{dis} - n_{gob}}{n_{dis} - n_{gob}}$ を、と定義したとき、前記第2レンズに於いて

$$1.6 < \Delta v_{gd} < 1.8$$

の式を満たすような屈折率分布を有するように構成したことを特徴とする請求項4または5に記載された2群ズーム光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2群ズーム光学系に関する。より詳細には、レンズシャッターカメラ等のコンパクトカメラに搭載して好適な2群ズーム光学系の改良、特にズーム比の大きい2群3枚構成の2群ズーム光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、コンパクトカメラに対する性能向上の要望に伴い、コンパクトカメラに可変焦点式撮影レンズを搭載することが多くなって来ているが、搭載する可変焦点式撮影レンズとしては、実用性のコンパクトレンズを撮影光軸に対して傾斜することにより焦点距離を可変にするタイプの撮影レンズと、ズーム光学系を用いて焦点距離を可変にするタイプの撮影レンズとが知られている。

【0003】 この場合、ズーム光学系には、コストを低減する関係から比較的構成の簡単な、所謂2群ズーム光学系が用いられるのが普通である。そして、この2群ズーム光学系の一例として特開平2-6917号公報に開示された2群3枚構成のズーム光学系がある。この2群ズーム光学系は、図51に示すように、絞りSを挟んで互いの凹面を向けるような状態で光学系の物体側に配置された第1および第2の正メネスカスレンズ1および2から成る前群レンズ群と、可変軸上間隔を隔てて第2の正メネスカスレンズ2の後方に配置された第3の負レンズ3から成る後群レンズ群との2群3枚構成のズーム光学系として構成されている。

【0004】 そして、前群レンズ群(1、2)と後群レンズ群(3)との可変軸上間隔を狭めながら共に前方に移動することで短焦点距離から長焦点距離へのズームミニングを行うように構成され、さらに、第1の正メネスカスレンズ1の像側面と第2の正メネスカスレンズ2の凹面と第3の負レンズ3の物体側面との4面に非球面を



$v_i$  (  $i=1\sim 3$  ) : 物体側から数えて  $i$  番目のレンズの光学材料のアップベ数

【0026】図1は、本発明に係る2群ズーム光学系の第1の基本構成例を示す光学系配置図である。この第1の基本構成例に係る2群ズーム光学系は、図1に示すように、物体側(図1上で左側)に配置された負の屈折率を持つ第1レンズ1と、適宜の絞りSを挟んだその後方(像側)に所定の軸上間隔( $d_2+d_3$ )を隔てて配置された正の屈折率を持つ第2レンズ2とにより正の屈折力を有する前群レンズ群(1、S、2)を構成し、所定の可変軸上間隔 $d_6$ を隔ててこの前群レンズ群(1、S、2)の後方に配置され且つ負の屈折率を持つ第3レンズ3により後群レンズ群を構成した2群3枚構成の光学系配置を持つ2群ズーム光学系として構成されている。

【0026】この場合、図示例では、第1レンズ1の軸上厚 $d_1$ が、第2レンズ2の軸上厚 $d_4$ よりも大きく設定されることになる。そして、このようなレンズ配置を持つ図示例の2群ズーム光学系では、例えば図1に示す状態を初期状態(所定位置)となし、この初期状態にあるときに2群ズーム光学系の短焦点距離を実現し、この状態から、前群レンズ群(1、S、2)と後群レンズ群(3)との可変軸上間隔 $d_6$ を狭めながら、両レンズ群(1、S、2)、(3)を同時に物体側(後群レンズ群3が像面Fから離れる方向)に移動させることにより、短焦点距離側から長焦点距離側への所定のズームングを行うように構成されている。

【0027】ところで、第1の基本構成例に係る2群ズーム光学系では、先頭の第1レンズ1を、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズとして構成し、第2レンズ2および第3レンズ3を、いずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズとして構成している。

【0028】この場合、第1レンズ1は、その物体側面 $r_1$ が物体側に凸面を向けた単メニスカスレンズとして形成され、また、第2レンズ2は、その物体側面 $r_3$ が物体側に凸面を向け且つその像側面 $r_4$ が像側(図1上右側)に凸面を向けた所謂「両凸レンズ」として形成され、さらに、第3レンズ3は、その物体側面 $r_6$ が物体側に凹面を向け且つその像側面 $r_8$ が像側に凹面を向けた、所謂「両凹レンズ」として形成されている。このように、第1レンズ1のレンズ形状をメニスカス形状に形成したのは、絞りSの前後で発生する収差を相殺して難収差を良好に補正するためである。

【0029】ところで、第1レンズ1に用いられるアキシャルタイプの屈折率分布型レンズは、第1レンズ1の物体側から数えて  $i$  番目に位置する屈折率分布を示す  $n_i(x)$  が、

$$n_i(x) = N_0 + N_1 \cdot x + N_2 \cdot x^2 + N_3 \cdot x^3 + N_4 \cdot x^4$$

【0035】この場合、 $v_i$  は、光学材料の性質上常に正であるため、色収差の補正には $f_1$  が正・負2種類の2枚のレンズが必要になる。本発明では、後群レンズ群を単レンズである第3レンズ3だけで構成しているため、後群レンズ群では色収差の補正が原理的に不可能になる。

【0036】そのため、前述したような方法を用いて前群レンズ群(第1レンズ1、絞りS、第2レンズ2)で色収差を適用上差し支えない一定の範囲内に抑えるようにしても、これだけで全系統の色収差を良好に保持することは難しい。そこで図示例では、第3レンズ3の光学材料のアップベ数 $v_3$ に、 $v_3 \geq 55 \dots (3)$ なる条件を与えることにより、後群レンズ群3における上記(2)式の値を適用上小さな値に抑えることができ、上記(1)式との相乗効果により全系統の色収差を良好に補正することができる。

【0037】この(3)式の条件を外れた場合には、下記<具体的実施例1>

$$f = 4.0 \sim 6.0 \text{ mm} \quad , \quad F_{No} = 5.7 \sim 8.6$$

$r_1$	20.766	$d_1$	6.602	$v_1$	$v_1$ (x)	$\Delta v$ g-d	0.80
$r_2$	14.288	$d_2$	3.803				
$r'$	$\infty$ (波 $\nu$ )	$d_3$	5.650				
$r_3$	108.073	$d_4$	2.647	$d_2$	1.50903	$\nu_2$	78.557
$r_4$	-14.941	$d_5$	可變距離				
$r_5$	-18.931	$d_6$	1.000	$d_3$	1.49700	$\nu_3$	81.600
$r_6$	194.350						

＜具体的実施例2＞

$f = 4.0 \sim 6.0 \text{ mm} \quad F_{No.} = 5, 7 \sim 8, 6$

$r_1$	25.017	$d_1$	8.466	$n_1$	$n_1(x)$	$\Delta \nu_{g-d}$	0.76
$r_2$	17.997	$d_2$	3.266				
$r'$	$\infty$ (絞り)	$d_3$	6.556				
$r_3$	227.911	$d_4$	2.714	$n_2$	1.57563	$\nu_2$	66.751
$r_4$	-16.978	$d_5$	可変距離	$n_3$	1.49700	$\nu_3$	81.600
$r_5$	-19.190		1.000				
$r_6$	155.471						

$f$	4.0.0	50.2	60.1
$F_{No.}$	5.7	7.2	8.6
$d_5$	19.287	13.831	10.306

	$N_0$	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$
$n_1(x)$	[489] 1.50254	$-0.3529 \times 10^{-1}$	$-0.1439 \times 10^{-3}$	$0.7932 \times 10^{-4}$	$0.2886 \times 10^{-6}$
	[682] 1.58518	$-0.3180 \times 10^{-1}$	$-0.1319 \times 10^{-2}$	$0.1567 \times 10^{-3}$	$0.9175 \times 10^{-4}$

各々の収差図に示すように、各具体的実施例とも短焦点距離、中間焦点距離、長焦点距離のそれぞれに亘って、球面収差・非点収差・コマ収差・コマ収差がいずれも良好に補正されている。次に、図2に示す第2の基本実施例の2群ズーム光学系の構成および作用を説明する。

【0041】本発明の第2の基本実施例に係る2群ズーム光学系は、図2に示すように、物体側に配置された正の屈折率を持つ第1レンズ1と、適宜の絞りSを挟んでその後方に所定の軸上間隔( $d_2 + d_3$ )を隔てて配置された正の屈折率を持つ第2レンズ2とにより正の屈折力を有する前群レンズ群(1、S、2)を構成し、所定の可変軸上間隔 $d_5$ を隔ててこの前群レンズ群(1、S、2)の後方に配置され且つ負の屈折率を持つ第3レンズ3により後群レンズ群を構成した2群3枚構成の光学系配置を持つ2群ズーム光学系として構成されている。

【0042】この場合、図示例では、第1の基本構成例の場合とは逆に、第2レンズ2の軸上厚 $d_4$ が第1レンズ1の軸上厚 $d_1$ よりも大きく設定されることになる。そして、第2の基本構成例に係る2群ズーム光学系でも、第1の基本構成例の場合と同様に、図1に示す状態から、前群レンズ群(1、S、2)と後群レンズ群(3)との可変軸上間隔 $d_5$ を狭めながら、前群レンズ群および後群レンズ群(1、S、2および3)を同期的に物体側(後群レンズ群が像面Fから離れる方向)に移動させることにより、短焦点距離側から長焦点距離側への所期のズームミニングを行うことになる。

【0043】ところで、第2の基本構成例に係る2群ズーム光学系では、第1レンズ1および第3レンズ3を、いずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズ

【0046】加えて、この屈折率分布型レンズでは、その物体側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれ $n_{d0}$ および $n_{g0}$ とし、また、像側面と前記光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれ $n_{d1}$ および $n_{g1}$ とし、さらに、 $\Delta \nu_{g-d}$ を、

$$\Delta \nu_{g-d} = \frac{n_{d1} - n_{d0}}{n_{g1} - n_{g0}} \quad \dots (4)$$

と定義したとき、前記第2レンズ2に關して  $1.6 < \Delta \nu_{g-d} < 1.8$  ... (4) の数式を満足するような屈折率分布型レンズとして構成されている。

【0047】このように、第2レンズ2にアキシャルタイプ屈折率分布型レンズを用いたのは、第1の基本構成例の場合と同様に、第2レンズ2の物体側面および像側面での屈折作用に加えて光軸方向に屈折率を变化させることから、球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差・色収差に対する収差補正設計の自由度を、均質媒質型レンズを用いた場合よりも増やすことが可能になるからである。

【0048】また、この第2レンズ2に(4)式の条件を付したものは、メニスカス形状の第2レンズ2の凹面側の分散を凸面側よりも大きくすることで色収差を良好に補正するためであり、 $\Delta \nu_{g-d}$ の持つ意味は、屈折率分布の効果を増すために比較的に強いレンズとなる第2レンズ2の光軸方向のどの部分で、主に色収差を補正するの

【0049】この場合、 $\Delta \nu_{g-d}$ が1.8よりも小さいときには、絞りSに近いレンズ系全系の中心部で補正することができ都合がよい。しかし、 $\Delta \nu_{g-d}$ が1.8よりも大きくなると、軸に対する対称性が崩れて、短焦点距離側の倍率色収差( $g-d$ )の補正が著しく困難になる。また、 $\Delta \nu_{g-d}$ が1.6より小さくなると、第1の基

＜具体的実施例3＞

$f = 4.0 \sim 6.0 \text{ mm} \quad F_{No.} = 6, 2 \sim 9, 3$

$r_1$	33.058	$d_1$	1.014	$n_1$	1.80562	$\nu_1$	46.785
$r_2$	116.217	$d_2$	2.162				
$r'$	$\infty$ (絞り)	$d_3$	1.221				
$r_3$	-22.459	$d_4$	15.116	$n_2(x)$	$\Delta \nu_{g-d}$	1.68	
$r_4$	-24.279	$d_5$	可変距離	$n_3$	1.49700	$\nu_3$	81.600
$r_5$	-31.230	$d_6$	1.000				
$r_6$	222.508						

$f$	40.2	50.7	60.2
$F_{No.}$	6.2	7.9	9.3
$d_5$	23.526	13.949	8.172

	$N_0$	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$
$n_2(x)$ [482]	1.52273	$0.4507 \times 10^{-2}$	$0.8140 \times 10^{-3}$	$0.1837 \times 10^{-4}$	$0.1860 \times 10^{-6}$
	[682]	1.54576	$0.3982 \times 10^{-2}$	$0.4573 \times 10^{-3}$	$0.5382 \times 10^{-4}$

【0054】

本構成例の場合と同様に、分散の勾配が大きくなって、既存の光学材料の物性値から必要な性能を有する光学材料を安価に入手することができないというコスト上の問題を生じる。

【0050】なお、後群レンズ群(第3レンズ3)における色収差の発生を極力抑えるようにし、(4)式との相乗効果により全系の色収差を良好に補正するために、第3レンズ3の光学材料のアベ数 $\nu_3$ に、前述した

$\nu_3 \geq 55$  ... (3) なる条件を与えることが好ましいのは、第1の基本構成例のケースと同様である。

【0051】以下に、第2の基本構成例に係る具体的実施例3の各データを記載し、この具体的実施例3に關する球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差、各焦点距離(Fナンバ)毎に、即ち、短焦点距離( $f=40.2\text{mm}$ ,  $F_{No.} 6.2$ )、中間焦点距離( $f=50.7\text{mm}$ ,  $F_{No.} 7.9$ )、長焦点距離( $f=60.2\text{mm}$ ,  $F_{No.} 9.3$ )毎に図27～図38にそれぞれ掲げる。

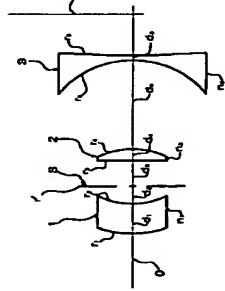
【0052】また、第2の基本構成例に係る具体的実施例4の各データを以下に記載し、この具体的実施例4に關する球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差、各焦点距離(Fナンバ)毎に、即ち、短焦点距離( $f=40.0\text{mm}$ ,  $F_{No.} 6.2$ )、中間焦点距離( $f=50.5\text{mm}$ ,  $F_{No.} 7.8$ )、長焦点距離( $f=60.0\text{mm}$ ,  $F_{No.} 9.3$ )毎に図39～図50にそれぞれ掲げる。

【0053】

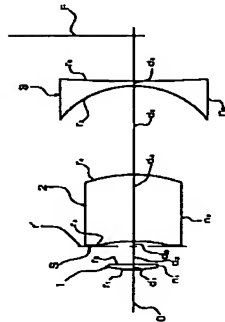




【図1】



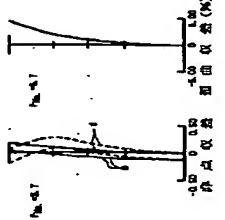
【図2】



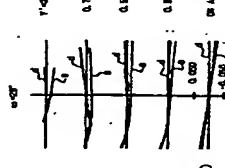
【図3】



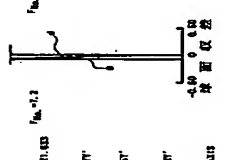
【図4】



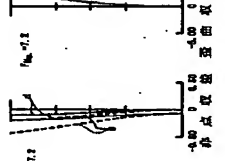
【図5】



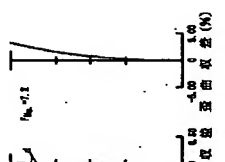
【図6】



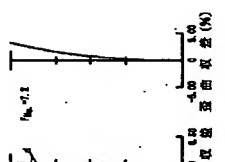
【図7】



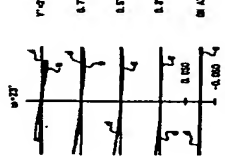
【図8】



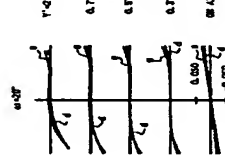
【図9】



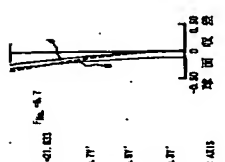
【図10】



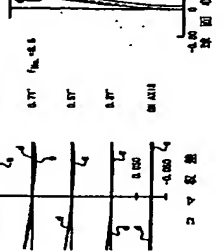
【図14】



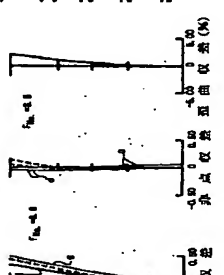
【図15】



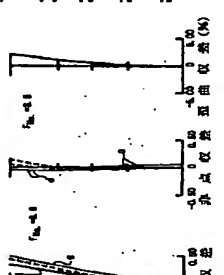
【図11】



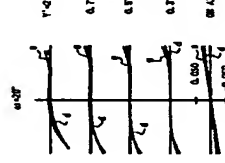
【図12】



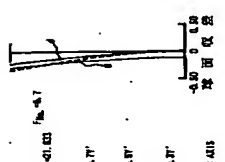
【図13】



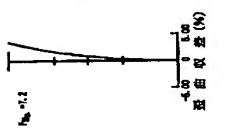
【図14】



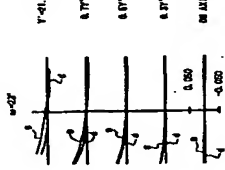
【図15】



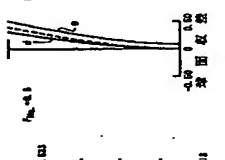
【図21】



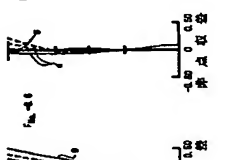
【図22】



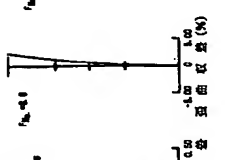
【図23】



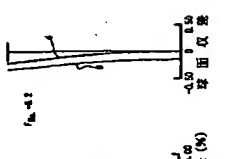
【図24】



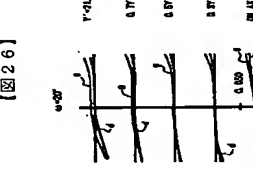
【図25】



【図27】



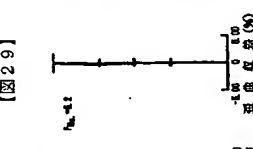
【図26】



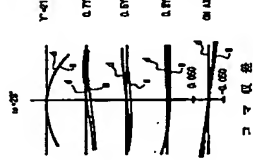
【図28】



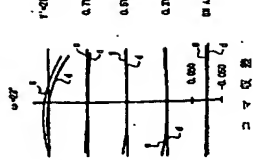
【図29】



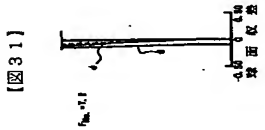
【図30】



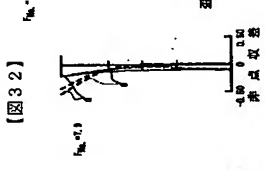
【図34】



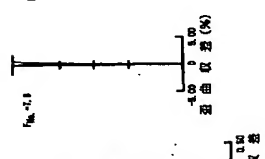
【図31】



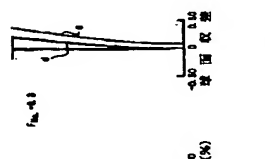
【図32】



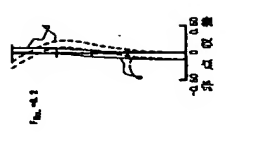
【図33】



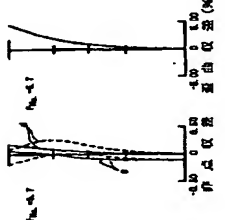
【図35】



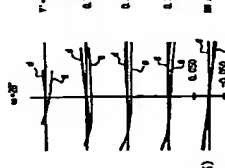
【図40】



【図16】



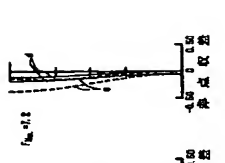
【図17】



【図18】



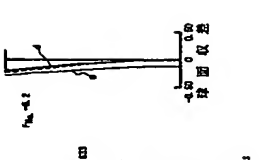
【図19】



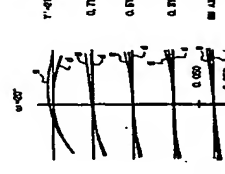
【図20】



【図39】



【図38】



【図37】



【図36】



